



۳

برادر گرامی جناب آقای مهندس علی مشتاقیان  
مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور پرآور

با سلام

احتراماً؛ در اجرای رهنمود مقام معظم رهبری در خصوص اصلاح الگوی مصرف، خواهشمند است ترتیبی اتخاذ فرمائید که اقدامات و پیشنهادهایی مربوط به بهینه نمودن مصرف در زنجیره تأمین مواد اولیه، فاز تولید و زنجیره عرضه محصول نهایی شامل: بهینه سازی مواد، اصلاح و ارتقاء تکنولوژی، افزایش بهره‌وری و... در زمینه فعالیت صنعت نفت آماده گردیده و ارسال دارند. ضمناً بدینوسیله جناب آقای مهندس یعقوبی جهت هماهنگی‌های لازم معرفی می‌گردند.

محمد حسین ملابری

مشاور ویژه ریاست

۲۲۸۰۴۵۲۵  
۰۹۱۸-۹۵۱۳۵۱۱  
۲۲۸۰۳۸۷۵، ۲

آدرس: پرورش، رانندگی  
شماره ۸۴۰ مرکز تحقیقات انرژی  
مجمع تشخیص صنعت نظام

آدرس: تهران، خیابان  
پل خنجر، پلاک ۱۸



شرکت مهندسی پرآور (سهامی خاص)

PARAVAR ENGINEERING COMPANY

شماره: ۸۸/۲۲۸۸/م پ

تاریخ: ۱۳۸۸/۰۲/۰۹

پیوست: دارد

جناب آقای محمد حسین ملایری

مشاور محترم ویژه ریاست مرکز تحقیقات استراتژیک

مجمع تشخیص مصلحت نظام

موضوع: اصلاح الگوی مصرف انرژی در کشور

باسلام

احتراماً عطف به نامه شماره ۱۴۷ - ۲۰۰ مورخ ۸۸/۰۱/۱۹ و مذاکرات حضوری با جناب آقای مهندس یعقوبی گزارش مربوط به ارائه پیشنهاد های "اصلاح الگوی مصرف" در بخش انرژی تهیه شده که نسخه ای از آن به پیوست تقدیم می شود.

به طوری که ملاحظه می شود این گزارش در دو بخش توسط جناب آقای حسینعلی حجاری زاده و اینجانب جداگانه و با دیدگاههای مستقل از دو دیدگاه بخشی مختلف تهیه گردیده است.

لازم به توضیح می باشد که در هر یک از دو گزارش فقط به سرخط های مطالب اشاره شده است. بدیهی است شرکت مهندسی پرآور آمادگی دارد تا در صورت نیاز گزارش جامع در مورد "الگوی مصرف انرژی در کشور و راهکارهای اصلاح آن" را تهیه و ارائه نماید.

با تقدیم احترام

علی مشتاقیان

شرکت مهندسی پرآور





شماره ۱۴۷ - ۲۰۰۷

تاریخ ۱۹ - ۸ - ۱۳۸۶

پیوست P.1

NO. 772



معاونت امور نفت  
معاونت امور گاز



برادر گرامی جناب آقای مهندس علی مشتاقیان  
مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور پرآور

با سلام

احتراماً؛ در اجرای رهنمود مقام معظم رهبری در خصوص اصلاح الگوی مصرف، خواهشمند است ترتیبی اتخاذ فرمایید که اقدامات و پیشنهادهایی مربوط به بهینه نمودن مصرف در زنجیره تأمین مواد اولیه، فاز تولید و زنجیره عرضه محصول نهایی شامل: بهینه سازی مواد، اصلاح و ارتقاء تکنولوژی، افزایش بهره‌وری و... در زمینه فعالیت صنعت نفت آماده گردیده و ارسال دارند. ضمناً بدینوسیله جناب آقای مهندس یعقوبی جهت هماهنگی‌های لازم معرفی می‌گردند.

محمدحسین ملایری

مشاور ویژه ریاست

رئیس

1009 16:00

# اصلاح الگوی مصرف

تهیه کنندگان : علی مشتاقیان ، حسینعلی حجاری زاده



اردیبهشت ماه ۱۳۸۸





## اصلاح الگوی مصرف

چه بهتر می بود اگر بجای شعار "اصلاح الگوی مصرف" شعار "اصلاح الگوی تولید و مصرف" عنوان می گردید. زیرا که انتخاب و اجرای هر روش نامناسب تولید که موجب اتلاف وقت و انرژی گردد خود مصرف بیهوده بحساب می آید. اتلاف در بخش تولید که برخلاف نیمه روشن اسراف در مصرف، همواره در نیمه سایه قرار دارد چون حاصل عملکرد بخش دولتی است کمتر به آن توجه گردیده است. اینجانب چون کاستی های بخش تولید انرژی در صنعت نفت را بخشی از مصرف دانسته و اصلاح الگوی آنرا لازم می دانم، لذا در این مقاله باین مهم خواهم پرداخت.

با توجه به مفاد فوق، بهینه سازی الگوی مصرف را در صنعت نفت بمعنای زیر می دانم:

- اصلاح روشهای تولید مواد اولیه
  - قبول اصل اقتصاد تولید
  - بهینه سازی روشهای تبدیل مواد اولیه به فرآورده
  - سالم سازی روشهای جابجائی فرآورده
  - بهینه سازی روشهای مصرف براساس:
  - کاهش کمیت مواد مصرفی
  - استفاده بهینه از کمیت مصرفی
  - ارتقاء راندمان بهره وری و کاهش عامل ضریب انرژی
  - بهینه سازی عوامل مصرف کننده انرژی
- در صنعت نفت کشور عوامل فوق الذکر باید در تمامی مراحل مدیریت، برنامه ریزی و اجرائی سازمانهای زیر مورد توجه باشد:
- اکتشاف
  - ارزیابی
  - توسعه و تولید
  - ازدیاد برداشت
  - انتقال و خطوط لوله نفت و گاز
  - پالایشگاهها
  - بهینه سازی مصرف مواد پالایشگاهی
  - جلوگیری از سوزاندن گازها
  - مبانی صادراتی و اندازه گیری مقادیر نفت و گاز صادراتی



در صورت رعایت ضوابط فوق در صنعت و همراه با بکارگیری اصول زیر توسط سازمانهای غیر نفتی می توان امیدوار بود که در مسیر اصلاح الگوی مصرف قرار گرفته ایم:

- تسریع در ایجاد و تکمیل ناوگان حمل و نقل درون و برون شهری
- نظارت در جلوگیری صدور غیر مجاز مواد نفتی
- تسریع در توسعه و استفاده از منابع انرژی غیر فسیلی
- استفاده بهینه از درآمدهای نفتی

بدیهی میدانم که عدم رعایت ضوابط و استفاده نادرست از درآمدهای نفتی می تواند عامل اصلی و بسیار مهم ضعف الگوی مصرف بوده و باید سریعاً بهینه گردد تا بدرستی معنای حقیقی شعار "بهینه سازی الگوی مصرف" محقق گردد.

در جهت تحقق شعار "اصلاح الگوی مصرف" در مراحل و سازمانهای مختلف صنعت نفت، مراتب زیر باید مورد توجه باشد:

- اکتشاف

- بهره گیری از دانش فنی و ابزار کار جدید
  - آموزش و تربیت نیروی انسانی
  - برنامه ریزی بلند مدت مراحل مختلف عوامل اکتشاف
  - ارزیابی مناسب و دقیق مقادیر نفت و گاز اکتشافی
  - تعجیل در کشف و بهره برداری منابع مشترک واقع در مرزهای خاکی و آبی کشور
- بدیهی است وجود کمبود و عدم کارائی در هر یک موارد فوق موجب اتلاف وقت و سرمایه و یا در حقیقت نوعی مصرف بحساب می آید که باید در طرح اصلاح الگوی مصرف مورد توجه قرار بگیرد.
- خوشبختانه از نظر تشکیل و تجمع مواد هیدروکربوری، کشور ما در یکی از غنی ترین حوضه های رسوبی جهان قرار دارد و قاعدتاً باید عملیات اکتشاف در کشور ما با ضریب کشف بالا و هزینه کم عملی باشد.
- توسعه و تولید

- ارزیابی دقیق مقادیر درجا و ذخیره نفت و گاز
- دقت در برنامه ریزی و انتخاب سطوح تولید در ادوار مختلف بهره برداری میدان
- تعیین تعداد چاههای تولیدی و تزریقی مورد نیاز
- طراحی مناسب برنامه های حفاری، دقت و صرفه جوئی در زمان حفر چاهها
- تعیین ظرفیت های مناسب تاسیسات واحدهای بهره برداری و استفاده از دانش جدید
- ازدیاد برداشت

- رعایت دقیق ضوابط بمنظور جلوگیری از افت فشار مخزن
- طراحی و اجرای تزریق گاز و آب همزمان با تولید نفت از میادین



در این زمینه متأسفانه ضریب بهره برداری از مخازن نفت در کشور ما با دیگر نقاط جهان اختلاف فاحش داشته و بسیار کمتر می باشد که این امر موجب هرز رفت مقادیر قابل توجه نفت می باشد. متوسط ضریب برداشت از مخازن ما هنوز کمتر از ۲۵ درصد می باشد در صورتیکه ارقام ۴۰ تا ۵۰ درصد در دیگر میادین نفتی جهان امری عادی بحساب می آید. بنابراین کوشش در افزایش این بازیافت موجب کاهش هرز رفت و مصرف ذخیره نفت بوده و بخشی از "اصلاح الگوی مصرف" بحساب می آید.

- انتقال و خطوط لوله نفت و گاز سراسری و شهری

- اهتمام در کاهش مصرف انرژی در واحدهای تلمبه خانه ها

- نظارت دقیق بر خطوط لوله و جلوگیری از هرز رفت نفت

- تعمیر و نگهداری بموقع و دوره ئی خطوط لوله

در مطالعاتی که اخیراً در شرکت مهندسی پراور انجام گرفت نشانده آن بود که با اندک تغییری می توان سالانه حدود ۱/۶ میلیون بشکه نفت در مصرف انرژی این بخش صرفه جوئی نمود.

- پالایشگاهها

- بهینه سازی نوع تولیدات فرآورده ها

- بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی در پالایشگاهها

آمار مصرف انرژی در پالایشگاههای کشور نشان می دهد که نسبت سوخت به خوراک حدود ۵ درصد می باشد. در حالیکه این نسبت در موارد مشابه و در دیگر نقاط جهان حدود ۱ تا ۲ درصد می باشد. اصلاح این راندمان بخشی از "اصلاح الگوی مصرف" بحساب می آید. از طرف دیگر حدود ۴۱/۴ درصد نفت ورودی به پالایشگاههای کشور به نفت کوره و مواد سنگین تر از آن تبدیل می گردد که در مقایسه با پالایشگاههای جهان رقم بالائی بوده و نیاز فوری به اصلاح آن از موارد "اصلاح الگوی مصرف" می باشد.

- بهینه سازی مصرف فرآورده

فرآورده های حاصل از پالایش نفت خام و گاز طبیعی که معمولاً با هزینه های بیش از استاندارد جهانی تولید می گردد، در حقیقت ثروتی است که متعلق به نسل آینده این مملکت می باشد. اتلاف و اسراف این ثروت خدادادی گناهی نابخشودنی است که باید زشتی آن بطرزی روشن و با ذکر ارقام و آمار بمصرف کنندگان آن گوشزد و دائماً یادآوری گردد. مصرف سرانه و بدتر از آن شدت انرژی در کشور نسبت به بسیاری از کشورهای دیگر بشکل نامعقولی زیاد است شدت انرژی که از تقسیم مصرف نهائی انرژی بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می گردد در جدول ضمیمه با کشورهای دیگر مقایسه شده است.

- جلوگیری از سوزاندن گاز

متأسفانه آمار دقیقی از مقدار کل گازهایی که در کل کشور سوزانده می شود در دست نمی باشد. برای مثال در سال ۱۳۸۴ تنها در فلات قاره کشور روزانه حدود ۴۳/۵ میلیون متر





مکعب از گاز تولیدی سوزانده شده است. در همین سال کل مصرف روزانه گاز در بخش خانگی تجاری برابر ۱۰۱/۴۴ میلیون متر مکعب بوده است. بنابراین تنها در فلات قاره ایران برابر ۴۳ درصد کل مصرف روزانه گاز در بخش خانگی - تجاری سوزانده شده است.

حال بخاطر بیاورید که با چه تبلیغات وسیعی، مادام از مصرف کننده می خواهند که ۵ یا ۱۰ درصد از مصرف خود صرفه جوئی کنند که البته امری منطقی است ولی در بخش تولید که عموماً دولتی است چه اصراف بزرگی عملی می شود.

در این محاسبه مقدار گازی که روزانه در مناطق تولید خشکی سوزانده می شود بحساب نیامده است که در صورت محاسبه آن یقیناً رقم ۴۳ درصد بمراتب بیشتر خواهد بود.

- مبنای صادراتی و اندازه گیری مقادیر نفت و گاز صادراتی

تا آنجائیکه بخاطر دارم همواره بین مقادیر نفت خروجی از مبنای تولید یعنی مناطق نفتخیز و فلات قاره با نفت دریافتی در محل صادرات، و از طرفی بین مقدار دریافتی و صادراتی در محل صادرات اختلاف ارقامی وجود دارد. بدیهی است این مقادیر اختلاف بهر صورت جزئی از مصرف بحساب آمده و باید طرح اصلاح الگوی مصرف شامل این بخش نیز باشد.

متأسفانه مقادیر این اختلاف در گزارش ها و آمار رسمی منتشر نمی شوند.

در این مقاله سعی گردیده است تا ضمن قبول اهمیت صرفه جوئی و اصلاح الگوی مصرف در بخش عمومی و پائین دستی، توجه مسئولین اجرایی این شعار "اصلاح الگوی مصرف" را به نکاتی که عمدتاً در اختیار دولت و سازمانهای دولتی بوده جلب گردد. اطمینان دارم صرفه جوئی در قسمتهای بالادستی دارای اهمیتی بمراتب بیشتر از بخش پائین دستی و یا مصرف کننده نهائی می باشد. برای مثال اگر در زمینه های ازدیاد برداشت، جلوگیری از سوزاندن گاز، بهینه سازی الگوی پالایشی و از همه مهمتر در برنامه ریزی بلند مدت استفاده بهینه از درآمدهای حاصل از صدور نفت و گاز بعمل نیاید شعار "اصلاح الگوی مصرف" هرگز عملی نخواهد شد. بنابراین وظیفه و نقش بهینه سازی "اصلاح الگوی مصرف" عمدتاً بر دوش دولت و سازمانهای مربوطه می باشد و اگر در آن بخش تغییرات و دگرگونیهای اساسی انجام نگیرد، نتیجه مطلوب حاصل نخواهد شد.

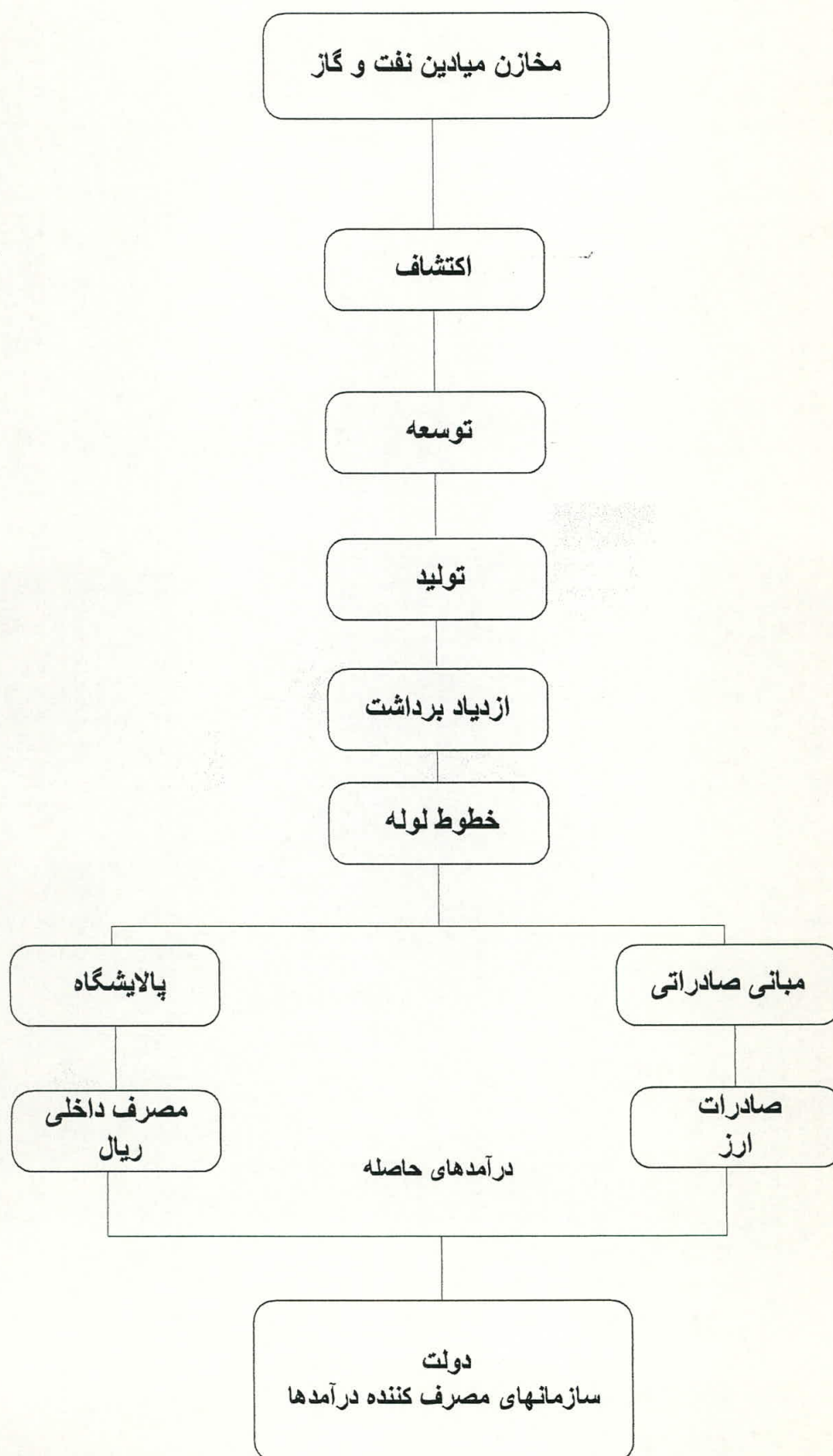
### آیا اصلاح الگوی مصرف نباید از بخش تولید آغاز گردد؟؟

صرفه جوئی را نه تنها از اعماق مخزن میادین نفت و گاز تا نهائی ترین مقصد مصرف فرآورده، بلکه تا محل هزینه آخرین دلار درآمد آن باید برنامه ریزی و اجرا کرد.

علی مشتاقیان

شرکت مهندسی پراور

# اصلاح الگوی تولید و مصرف





• شدت متوسط انرژی اولیه جهان رقمی در حدود ۲۳،۰۲۳ معادل نفتخام برای هر هزار دلار تولید ناخالص داخلی است.

• شدت انرژی کشورهای انگلستان، ژاپن، فرانسه، آلمان و آمریکا پایین ترین رقم را دارا می باشد و بیشترین رقم شدت انرژی متعلق به ایران است.

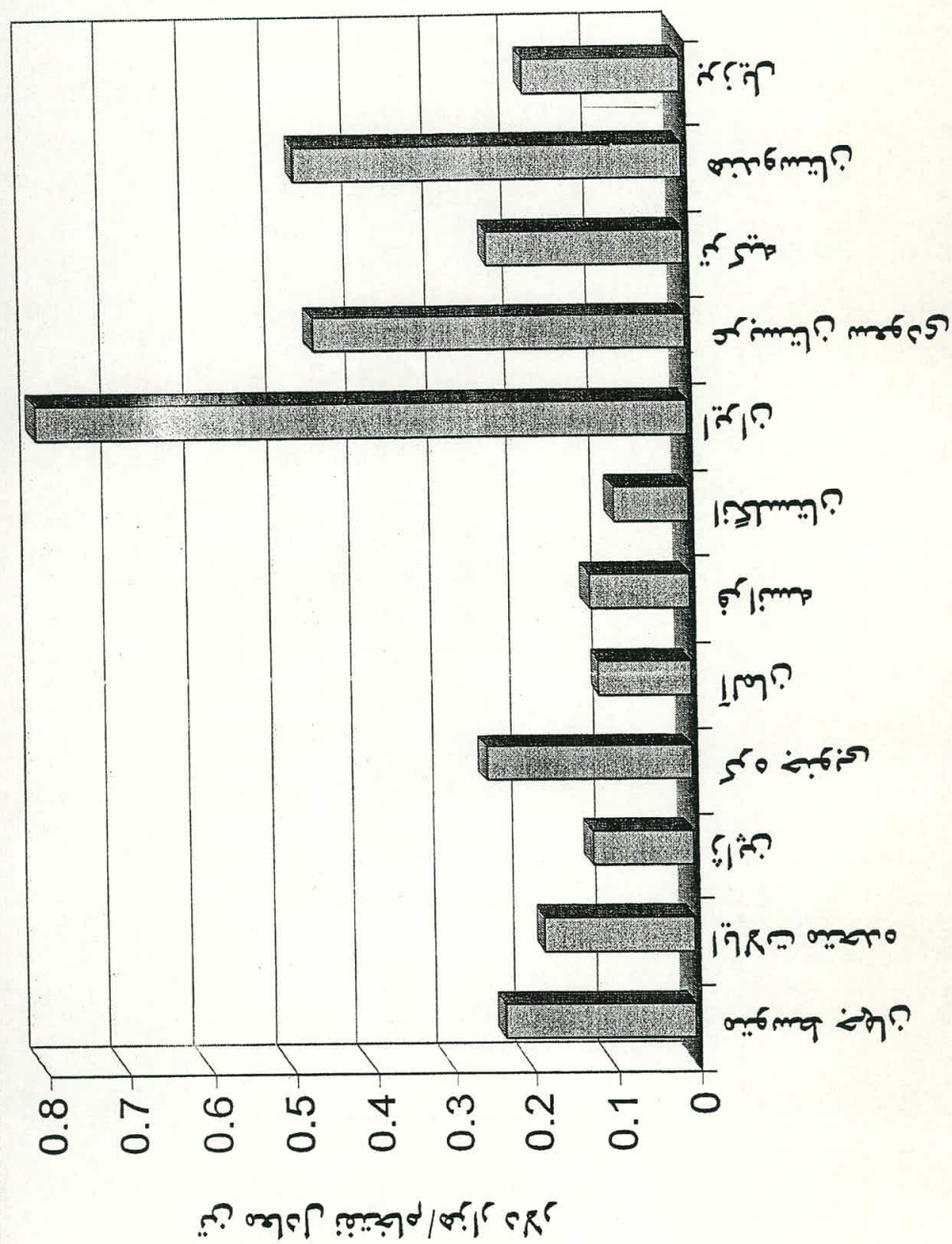
• شدت انرژی کشورهای همسایه ایران از جمله عربستان سعودی و ترکیه نیز به مراتب کمتر از ایران می باشد.

شدت انرژی در ایران در سال ۲۰۰۶ میلادی ۴۰۴ برابر ایالات متحده، ۸۰۹ برابر انگلستان، ۶۰۷ برابر ژاپن و ۳۰۳ برابر ترکیه، ۱۰۸ برابر عربستان سعودی و ۳۰۵ برابر شدت انرژی

جهانی می باشد.



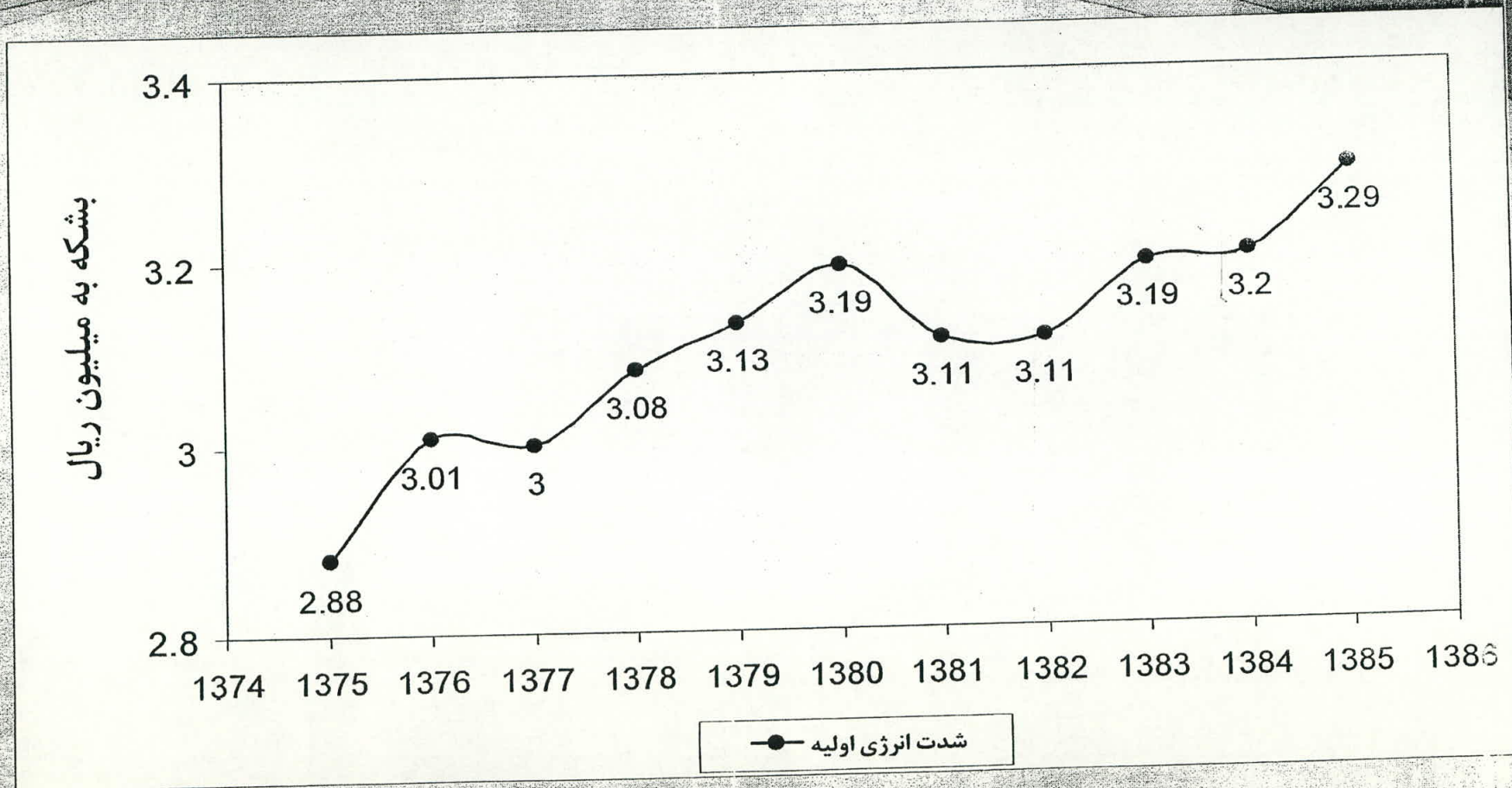
# مقایسه شدت انرژی در ایران با کشورهای منتخب و جهان (سال ۲۰۰۶)



ماخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور ۱۳۸۵



# مقایسه روند شدت انرژی اولیه در ایران (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶)



ماخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور ۱۳۸۵





## اصلاح الگوی مصرف

این نوشته در مورد الگوی مصرف انرژی در کشور و تمهیدات برای اصلاح آن است. مصرف انرژی کنونی کشور ۳/۴ حدود معادل ۳/۵ میلیون بشکه در روز نفت خام است که نزدیک ۹۸ درصد آن از منابع هیدروکربور (گاز و نفت خام) تامین می شود. رشد مصرف انرژی کشور سالانه حدود ۸ درصد یعنی معادل حدود روزانه ۲۵۰ هزار بشکه می باشد.

محورهای مورد بحث و رؤوس مطالب و موضوعات مرتبط با اصلاح الگوی مصرف در این گزارش مقدماتی در ۱۱ فصل به شرح زیر به آنها اشاره می شود. بدیهی است در گزارش اصل ریز مطالب و موضوعات مورد بحث و تجزیه و تحلیل و نتیجه گیری قرار خواهند گرفت.

فصل اول - انرژی های مصرفی در کشور و روند تغییرات در گذشته و پیش بینی آن در آینده در مقاطع زمانی مختلف

فصل دوم - انرژی های مصرفی در سطح بین المللی و منابع تامین کننده و پیش بینی روند تغییرات در آینده

فصل سوم - منابع مختلف انرژی فسیلی نو و فناناپذیر در سطح جهان، ذخائر و پتانسیل عرضه آنها

فصل چهارم - هزینه های مرتبط با تولید انرژی از منابع مختلف و تاثیر آنها در روند مصرف در سطح بین المللی

فصل پنجم - منابع مختلف انرژی در ایران، هزینه های تولید و عرضه هر یک

فصل ششم - کارایی و شدت انرژی مصرفی در کشور و در سطح جهان و مقایسه آنها و یا الگوی مصرف انرژی در جهان

فصل هفتم - تجزیه و تحلیل قیمت عرضه انرژی های مختلف در سطح جهان و مقایسه آنها به ویژه در ایران

فصل هشتم - تجزیه و تحلیل علل نابرابری الگوی مصرف انرژی در کشور با الگوی مصرف انرژی در سایر کشورها

فصل نهم - بررسی تمهیدات در سایر کشورها با سطوح و درآمدهای مختلف (توسعه نیافته، در حال توسعه، توسعه یافته و پیشرفته) برای مهار و کنترل مصرف انرژی و تجزیه و تحلیل موفقیت و شکست این تمهیدات و

عوامل مرتبط

فصل دهم - مطالعه و بررسی مراکز مطالعه و تصمیم گیری تولید، مصرف و بهینه سازی مصرف انرژی در کشور، و دست آورد آنها در مقطع زمانی ده ساله

فصل یازدهم - نتیجه گیری یافته ها در فصول قبلی و ارائه پیشنهاد در جهت بهبود الگوی مصرف انرژی در کشور و اثرات و تبعات اقتصادی/فنی و اجتماعی آنها

## فصل اول

انرژی های مصرفی در کشور و روند تغییرات در گذشته و پیش بینی آن در آینده در مقاطع زمانی مختلف

### ۱-۱ سبد مصرف انرژی کشور

مصرف انرژی در ایران (سال ۸۸/۱۳۸۷) حدود ۳/۴۹ میلیون بشکه معادل نفت در روز تخمین زده می شود که بیش از ۹۷ درصد آن از منابع هیدروکربوری (نفت و گاز) تامین می شود. با توجه به منابع فراوان هیدروکربوری در کشور تصور می رود برای سالهای قابل پیش بینی تامین انرژی مورد نیاز کشور کماکان به همین منوال باقی مانده و استفاده از دیگر منابع فسیلی و همچنین انرژی های نو یا تجدید پذیر در سطح گسترده از لحاظ فنی/اقتصادی توجیه پذیر نباشد.

میزان حامل های انرژی هیدروکربوری در سبد مصرف انرژی کشور به طور تقریبی در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۱ سبد مصرف انرژی کشور در سال های ۸۸/۸۷ از منابع هیدروکربور

| ردیف | فرآورده هیدروکربوری | مقدار                      | معادل هزار بشکه نفت در روز | درصد   |
|------|---------------------|----------------------------|----------------------------|--------|
| ۱    | گاز طبیعی           | ۳۰۰ میلیون متر مکعب در روز | ۲/۰۴۰                      | ۶۰/۱۸  |
| ۲    | گاز مایع            | ۱۱ میلیون لیتر در روز      | ۵۰                         | ۱/۴۸   |
| ۳    | بنزین موتور         | ۷۵ میلیون لیتر در روز      | ۴۱۸                        | ۱۲/۳۳  |
| ۴    | نفت سفید            | ۲۲ میلیون لیتر در روز      | ۱۳۷                        | ۴/۰۴   |
| ۵    | نفت گاز             | ۸۴ میلیون لیتر در روز      | ۵۲۵                        | ۱۵/۴۸  |
| ۶    | نفت کوره            | ۳۰ میلیون لیتر در روز      | ۲۲۰                        | ۶/۴۹   |
| جمع  |                     |                            | ۳/۳۹۰                      | ۱۰۰/۰۱ |

به طوری که در جدول ۱-۱ دیده می شود بخش غالب انرژی مصرفی کشور از گاز طبیعی تامین می شود. براساس بررسی ها که در فصل چهارم ارائه می شود گاز طبیعی، علاوه بر مزایای زیست محیطی آن، با صرفه ترین حامل انرژی برای مصرف در کشور می باشد و بنابراین جهت کاهش یارانه به سبد انرژی مصرفی کشور، همراه با اصلاح الگوی مصرف (فصل ششم)، برای جایگزین کردن دیگر حامل های انرژی با گاز طبیعی باید اقدام نمود.





## ۱-۲ روند تغییرات مصرف انرژی در گذشته

در دهه های ۱۳۰۰ و ۱۳۱۰ تنها منبع تامین نیاز انرژی هیدروکربوری کشور فرآورده های پالایشگاه آبادان و کرمانشاه و واردات از روسیه بوده است. رشد مصرف انرژی در این سال ها پائین بوده و ضمناً بخش قابل توجه از نیاز انرژی از دیگر منابع فسیلی، به ویژه چوب و زغال سنگ، تامین می گردید. در دهه های ۱۳۲۰، ۱۳۳۰ و ۱۳۴۰ رشد مصرف انرژی کشور از شتاب بیشتری برخوردار بود و همچنین بخش عمده آن از فرآورده های مشتق از نفت خام تامین می گردید. در دهه ۱۳۴۰ و دهه های بعد فرآورده های تولیدی در پالایشگاه آبادان (به ویژه فرآورده های میان تقطیر مانند نفت سفید و نفت گاز) نیاز داخل را تامین نکرده و لذا پالایشگاههای دیگر شامل تهران، شیراز، تبریز، اراک و بندرعباس احداث گردید. ظرفیت پالایشگاه موجود کشور حدود ۱،۶۷۰،۰۰۰ بشکه در روز می باشد.

استفاده از گاز طبیعی برای تامین انرژی ابتدا با احداث واحدهای استحصال مایعات گازی از گازهای تولیدی همراه نفت خام و پالایشگاه گازی بیدبلند در دهه ۱۳۵۰ شروع شد و متعاقباً از گازهای منابع مستقل گازی با احداث پالایشگاههای گاز هاشمی نژاد، فجر جم، پارسیان، ایلام، قشم، و فازهای ۱ تا ۸ پارس جنوبی استفاده گردید. ظرفیت پالایشگاههای گاز کشور حدود ۶۰۰ میلیون مترمکعب در روز می باشد. گفتنی است که بخشی از گاز طبیعی تولیدی در پالایشگاه های گازی کشور به مصرف تزریق در میدانهای نفتی با هدف افزایش برداشت تزریق می شود.

روند رشد مصرف انرژی در دهه های ۱۳۴۰ تا کنون بین ۵ تا ۱۰ درصد بوده است.

## ۱-۳ رشد مصرف انرژی در آینده

مصرف انرژی در آینده و اینکه روند رشد تداوم داشته، متوقف و یا حتی کاهش داشته باشد، بستگی زیاد به سیاست و قیمت انرژی در کشور و وضعیت اقتصادی و یا تولید ناخالص ملی دارد. قیمت انرژی در کشور در مقایسه با قیمت انرژی در سایر کشورها، به ویژه کشورهای پیشرفته صنعتی بسیار پائین بوده و تجربه چندین دهه گذشته نشان می دهد که تعدیل آن به سطح واقعی با توجه به تبعات آن اگر غیر ممکن نباشد بسیار دشوار است. از طرفی چنانچه قیمت انرژی در همین سطح پائین نگه داشته شود اتلاف انرژی (به طوری که در فصل ششم شرح داده خواهد شد) و یا حتی تشدید آن غیر قابل اجتناب است. نکته مهم اینکه مصرف انرژی در ایران در مقیاس جهانی از هر لحاظ - سرانه، شدت، تولید، ...- بسیار بالا می باشد و لازم است با تمهیداتی اصلاح شود. برای این منظور باید راه حل های دیگر کشورها به ویژه کشورهای در حال رشد را مورد بررسی دقیق قرارداد و با توجه به ساختار فرهنگی، سیاسی، اجتماعی و جغرافیایی کشور راه حل مناسب در مقاطع زمانی مختلف انتخاب شود.

به عنوان مثال مصرف سرانه انرژی در جهان هم اکنون حدود ۱۳/۵ بشکه در سال در مقایسه با حدود ۱۷/۷ بشکه در ایران است.



چنانچه مصرف انرژی در کشور به منوال گذشته رها شود روند رشد آن در سطح حدود ۸ درصد نیز  
کماکان ادامه داشته و در سال ۱۴۰۰ روزانه به ۸/۸ میلیون بشکه معادل نفت خواهد رسید که بدیهی است  
فاجعه آمیز خواهد بود. شگفتی آنست که این شکاف یا فاصله بین مصرف سرانه در ایران و جهان مرتب با  
گذشت زمان بازتر می شود.



## فصل دوم

### انرژی های مصرفی در سطح جهان، منابع تعیین کننده و پیش بینی روند تغییرات در آینده

#### ۲-۱ انرژی های مصرفی در سطح جهان

انرژی های مصرفی در کشورهای مختلف جهان بر حسب منابع آنها متفاوت است ولی در سطح جهان با تقریب به شرح جدول ۲-۱ برآورد می شود.

جدول ۲-۱ مصرف انرژی های اولیه در جهان (۲۰۰۹)

| انرژی اولیه              | معادل میلیون بشکه نفت در روز | درصد کل انرژی |
|--------------------------|------------------------------|---------------|
| نفت خام و مایعات گازی    | ۸۶                           | ۳۷/۷          |
| گاز طبیعی                | ۵۷                           | ۲۵/۰          |
| زغال سنگ                 | ۵۳                           | ۲۳/۳          |
| هسته ای                  | ۱۳                           | ۵/۷           |
| هیدرو                    | ۹                            | ۳/۹           |
| غیره (شامل انرژی های نو) | ۱۰                           | ۴/۴           |
| جمع                      | ۲۲۸                          | ۱۰۰/۰         |

به طوری که در جدول ۲-۱ نشان داده شده است حدود ۶۲/۷ درصد کل انرژی اولیه مورد نیاز جهان از منابع هیدروکربور (نفت و گاز) تامین می شود. این ساختار مصرف انرژی در حالی است که ذخائر قابل استحصال این دو منبع انرژی (از جمله منابع نفت سنگین و قیر آغشته در لایه های شنی و سنگ های رستی) حدود ۲۰ درصد کل ذخائر انرژی فسیلی جهان برآورد می شود. این موضوع در فصل سوم مورد بحث و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

#### ۲-۲ روند تغییرات مصرف انرژی

مصرف انرژی های اولیه در سطح جهان بستگی به بسیاری عوامل دارد ولی مهمتر از همه میزان تقاضا و عرضه و نسبت انرژی از منابع مختلف می باشد. در مورد انرژی های هیدروکربوری عامل سیاسی سهم به سزایی (مانند یک قرن گذشته) خواهد داشت. در دهه ۱۹۷۰ که قیمت انرژی به بیش از ۴ برابر افزایش یافت، بازنگری پایه ای و توسعه تکنولوژی در مورد کلیه وسائل انرژی بر انجام گرفت. قبل از این تحول در کشورهای صنعتی پیشرفته افزایش یک درصد تولید



ناخالص ملی مترادف با افزایش یک درصد انرژی بود ولی در دهه های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مصرف انرژی به طور تقریب برای کار مشابه به حدود نصف کاهش داشته و یا راندمان به حدود ۲ برابر افزایش یافت. به عبارت دیگر افزایش مصرف حدود نیم درصد انرژی همراه با افزایش یک درصد تولید ناخالص ملی گردید. گفتنی است که این نسبت (افزایش تولید ناخالص ملی به افزایش انرژی) هم اکنون در بسیاری از کشورهای صنعتی و پیشرفته نزدیک ۳ است.

با توجه به این مطالب رشد مصرف انرژی در سال های آتی پیش رو به طور تقریب در جدول ۲-۲ ارائه شده است.

جدول ۲-۲ پیش بینی (تقریبی) رشد مصرف انرژی و مقدار آن نسبت به سال ۲۰۰۹ در سطح جهان

| انرژی های اولیه          | پیش بینی رشد مصرف در سال درصد | مقدار اضافی میلیون بشکه معادل نفت در روز |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| نفت خام و مایعات گازی    | ۱/۲                           | ۱/۰۳                                     |
| گاز طبیعی                | ۲                             | ۱/۱۴                                     |
| زغال سنگ                 | ۱                             | ۰/۵۳                                     |
| هسته ای                  | ۲                             | ۰/۲۶                                     |
| هیدرو                    | ۱/۴                           | ۰/۱۳                                     |
| غیره (شامل انرژی های نو) | ۲/۲                           | ۰/۲۲                                     |
| متوسط                    | ۱/۴۵                          | ۳/۳۱                                     |

جدول ۲-۲ نشان می دهد که، بدون توجه به اتفاقات و جریانات غیر عادی، انتظار می رود به طور متوسط رشد مصرف انرژی حدود ۱/۴۵ درصد و مقدار آن نسبت به سال ۲۰۰۹ حدود ۳/۳۱ میلیون بشکه معادل نفت در روز باشد. لازم به توضیح است که رکود اقتصادی اخیر نه تنها در مورد تقاضای انرژی رشد مثبتی نداشته بلکه از مقدار تقاضا کاسته شده است. بدیهی است تجزیه و تحلیل های کارشناسی مقدار تقاضا را در مقابل احتمالات روشن خواهد نمود.



## فصل سوم

منابع مختلف انرژی فسیلی، فناناپذیر یا نو در سطح جهان ذخائر و پتانسیل عرضه آنها

### ۳-۱ منابع انرژی های فسیلی

منابع انرژی های فسیلی یا انرژی های تجدیدناپذیر، شامل نفت خام (از جمله نفت سنگین، قیر آغشته در لایه های شنی و سنگ های رستی)، گازهای هیدروکربوری و زغال سنگ می باشد. از طرفی چون منبع انرژی هسته ای اورانیوم بوده، بنابراین این انرژی را می توان جزء انرژی های فسیلی دانست.

#### الف. ذخیره منابع هیدروکربوری

برآورد ذخیره چهار نوع منابع هیدروکربوری در جدول ۳-۱ داده شده است.

جدول ۳-۱ منابع و ذخائر انرژی های هیدروکربور

| منابع ذخیره در<br>سنگهای رستی<br>(میلیارد بشکه) | نفت ذخیره در<br>لایه های شنی<br>(میلیارد بشکه) | گاز<br>(تریلیون مترمکعب) | نفت خام<br>(میلیارد بشکه) | مناطق جغرافیائی          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                                                 |                                                | ۱۱/۹                     | ۳۴                        | آسیا و اقیانوس آرام      |
|                                                 |                                                | ۴/۸                      | ۱۵                        | اروپای غربی              |
|                                                 |                                                | ۵۷/۴                     | ۱۰۰                       | اروپای شرقی و شوروی سابق |
|                                                 |                                                | ۷۲/۷                     | ۷۴۱                       | خاورمیانه                |
|                                                 |                                                | ۱۳/۷                     | ۱۱۴                       | افریقا                   |
|                                                 |                                                | ۱۴/۷                     | ۳۱۶                       | قاره آمریکا              |
| ۲۰۰۰*                                           | ۱۲۰۰*                                          | ۱۷۵/۲                    | ۱۳۲۰                      | کل جهان                  |

\* برآورد بسیار تقریبی و اکثراً در قاره امریکا می باشد.

#### ب. ذخیره زغال سنگ

قدمت تولید و مصرف زغال سنگ به چندین قرن می رسد. در آغاز قرن بیستم زغال سنگ ماده اصلی تولید کننده انرژی بوده و هم اکنون نیز بعد از نفت بالاترین مقام را دارد. زغال سنگ انواع مختلف داشته و مرغوبیت آن برحسب مقدار کربن، سختی، رطوبت، درجه خلوص، مواد فرار و بالاخره ارزش انرژی حرارتی



آن تعیین می شود. لیگنیت (یا زغال قهوه ای یا حرارتی) دارای ارزش حرارتی حدود ۲۷/۴ میلیون ، بی تی یوهرتن و انتراسیت (یا زغال سیاه یا کک شده) دارای ارزش حرارتی حدود ۳۴/۵ میلیون بی تی یوهرتن است. کل ذخیره زغال سنگ جهان حدود هزار میلیارد تن (حدود ۵۶۰۰ میلیارد بشکه معادل نفت) برآورد می شود.

### ج. گازهای هیدروکربوری

ذخیره گاز جهان در جدول ۱-۳ از لحاظ ارزش حرارتی معادل ۱۱۴۵ میلیارد بشکه یا نزدیک ۹۰ درصد نفت خام است و به طوری که دیده می شود ذخیره نفت و قیر در لایه های شنی (OIL SAND) و در سنگهای رستی (OIL SHALE) زیاد متفاوت با مقدار هیدروکربور در نفت خام سنتی و سنگین و گاز نمی باشد.

### د. اورانیوم

ذخیره تقریبی اورانیوم (ماده اولیه انرژی اتمی) جهان حدود ۱۴ بیلیون تن برآورد شده است. در فرآیند شکافت یک کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ (۰/۷ درصد کل اورانیوم) حدود ۱۶۰۰۰ بشکه معادل نفت انرژی ایجاد می کند که به این ترتیب ذخیره انرژی هسته ای (فقط در راکتورهای حرارتی) حدود ۱۵۰۰ میلیارد بشکه معادل نفت خام برآورد می شود.

لازم به توضیح است که در صورت استفاده از راکتورهای زایشی (breeder) ذخیره اورانیوم چندین برابر ذخیره مذکور در راکتورهای حرارتی می باشد.

### ۲-۳ انرژی های نو یا تجدید پذیر

انرژی های تجدید پذیر و یا پایان ناپذیر به آن دسته از حامل های انرژی گفته می شود که یا ذخیره آنها به اندازه ای زیاد است که در مدت هزاران یا میلیونها سال تمام نمی شوند و یا تجدیدپذیر هستند. این نوع انرژی ها که به آنها انرژی های نو نیز گفته می شود در زیر به آنها اشاره می شود.

### الف. انرژی خورشیدی و گداخت

بر اثر پیوستن یا اصطلاحاً گداخت (fusion) اتم های هیدروژن در شرایط مساعد که در ستاره خورشید وجود دارد عناصر سنگین تر مثل هلیوم حاصل می شود. در اثر این تغییرات انرژی ایجاد می شود که بخش کوچکی از آن (کمتر از نیم میلیاردم انرژی گسیل شده از خورشید) به سطح کره زمین می رسد. از انرژی خورشیدی تاییده شده بر سطح زمین به شیوه های مختلف استفاده می شود که مهمترین آنها تولید برق و گرم کردن آب منازل است.

تولید برق از انرژی خورشیدی نیز به شیوه های مختلف انجام می گیرد که متداول ترین آن از طریق سلول های فتوولتائیک یا تبدیل مستقیم انرژی تابشی به انرژی الکتریکی است. مشکل استفاده از این طریق،





گذشته از جنبه اقتصادی، محدودیت زمان بازدهی آن است که مهمترین آن ذخیره مقداری برق در باتریها می باشد.

برای پایان ناپذیر بودن انرژی خورشیدی کافی است گفته شود که خورشید در مدت  $10^9 \times 5$  سال فقط  $\frac{1}{3000}$  جرم خود را از دست می دهد.

### ب. انرژی هیدروالکتریک

از دیرباز آب به عنوان منبع انرژی استفاده شده است. آسیاب آبی نمونه ای از آن است و امروز آب یکی از منابع مهم و غیر آلوده و سالم تامین انرژی در جهان است.

سالانه حدود ۵۰۰ تریلیون متر مکعب آب از سطح اقیانوس ها و خاک کره زمین تبخیر می شود. این مقدار بخار آب به صورت باران و برف به زمین باز می گردد که حدود ۱۱۰ تریلیون متر مکعب آن روی خشکی است. با احداث سد در نقاط مناسب می توان حجم عظیمی از آب را مهار نمود و با عبور از توربین ها الکتریسیته تولید نمود.

پتانسیل بالقوه تولید برق از تبخیرات و ریزش آب حدود ۱۳۰۰ هزار مگا وات برآورد شده که هم اکنون فقط از حدود ده درصد آن استفاده می شود. موانع اصلی در راه گسترش استفاده از نیروی آب برای تولید برق شناسایی محل های مناسب و مدت زمان طولانی ساختن سدها و از همه مهمتر عامل تامین بودجه و توجیه اقتصادی آنست.

### ج. انرژی باد

باد (مانند آب) یکی از قدیمی ترین منابع انرژی است که بشر آن را شناخته و به کار گرفته است. انرژی باد (همانند آب) در حقیقت قسمتی از انرژی خورشیدی است. در مناطقی که باد نسبتاً شدید و دائم وجود دارد می توان پروانه های بادگیر روی برج های بلند نصب کرد تا با وزش باد به حرکت درآیند و با استفاده از نیروی چرخش آنها به میزان محدودی الکتریسیته تولید شود.

انرژی باد علاوه بر تولید الکتریسیته، برای پمپاژ آب و آبیاری مزارع، آسیاب کردن غلات و نظائر آن مورد استفاده قرار می گیرد. پتانسیل انرژی بادهائی که در سراسر جهان می وزد سالانه حدود ۱۷۵ هزار تراوات ساعت برآورد شده که در صورت امکان استفاده از آن کل برق مورد نیاز جهان را می تواند تامین نماید. پیش بینی می شود بخش قابل توجه از انرژی مورد نیاز جهان در قرن حاضر از نیروی باد تامین شود.

### هـ. انرژی زیست توده (biomass) و بیوگاز

رشد گیاه در خاک با استفاده از آب و نور خورشید اساس زیست توده را تشکیل می دهد. به عبارت دیگر گیاهان از طریق فتوسنتز و مصرف انرژی خورشیدی دی اکسید کربن هوا را می گیرند و کربوهیدرات می سازند.



تا اواخر قرن هجدهم نزدیک به ۸۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر از زیست توده تامین می شد اما اکنون سهم زیست توده در کل انرژی در سطح جهان کمتر از ۱ درصد است. ضایعات گیاهی، غذایی و فضولات دامی در حقیقت منابع اصلی انرژی زیست توده است که یا مستقیماً سوخته و یا به سوخت سنتز یا بیوگاز تبدیل و سپس به عنوان انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. هزینه و مشکلات جمع آوری و انتقال ضایعات محدودیت برای ظرفیت واحد تولید برق و در نتیجه اقتصادی بودن آن می باشد. تولید سوخت های مایع (اتانول و نفت گاز) از زیست توده از طریق تخمیر فقط با حمایت و سوبسید دولت قابل توجیه می باشد.

### و. انرژی ژئوترمال یا زمین گرمایی

منابع زمین گرمایی معمولاً باید ترکیب سه پدیده زمین شناختی زیر را توأم داشته باشد.

- وجود منبع آب زیرزمینی
- لایه غیر قابل نفوذ در بالای این منبع آب
- توده ای از صخره های داغ در منبع آب طبیعی

این سه پدیده فقط در مناطق آتش فشان وجود دارد و بنابراین استفاده از انرژی زمین گرمایی عمدتاً در مناطق آتش فشانی میسر می باشد. نیروگاههایی که برای تولید الکتریسیته با استفاده از انرژی زمین گرمایی احداث شده اکثراً حدود ۲ مگاوات و تعداد کمی تا ظرفیت ۱۴۰ مگاوات در حال بهره برداری است. مقدار کل انرژی زمین گرمایی مورد استفاده کمتر از ۰/۱ درصد کل انرژی مصرفی در جهان برآورد می شود و در هر صورت پتانسیل این منبع انرژی بسیار محدود است.

### ز. انرژی امواج و جزر و مد اقیانوس

سطح اقیانوس ها حدود چهار پنجم سطح زمین را تشکیل می دهند و تحرک آب به علت امواج و جزر و مد انرژی عظیم را با خود همراه دارد. هرگاه بتوان از این انرژی لایزال ذخیره شده و قابل دسترسی در اثر بالا رفتن سطح آب و امواج استفاده نمود بخش عمده از انرژی مورد نیاز را می توان تامین نمود. ولی متأسفانه هنوز تکنولوژی مکانیکی قابل قبول و عملی برای استفاده این انرژی بالقوه بزرگ در دست نمی باشد. تنگه هرمز در خلیج فارس می تواند محل مناسبی برای استفاده از انرژی جزر و مد در ایران باشد ولی بدلیل تردد کشتی از تنگه هرمز و هزینه بسیار بالای سرمایه گذاری برای مهار آب در موقع مد، اجرای چنین طرحی و بهره برداری از این انرژی دور از تصور به نظر می رسد.



### ح. انرژی حرارتی دریا و اقیانوس

درجه حرارت در سطح اقیانوس ها زیادتیر از درجه حرارت در عمق آن است. در نواحی اطراف استوا، دمای سطح اقیانوس تا حدود ۲۷ درجه و در عمق ۶۰۰ متری حدود ۴/۵ درجه سانتیگراد است. یک روش استفاده از اختلاف دما تعبیه یک ژنراتور شناور است که یک سر آن در بالای آب و سردیگر در عمق آب قرار دارد. سیال مناسب نخست با آب گرم در سطح اقیانوس بخار شده و پس از استفاده در توربین و تولید برق در عمق اقیانوس مایع شده و سپس به وسیله پمپ در یک مدار بسته به بالا رانده می شود و سیکل گازی آغاز می شود. بدیهی است تعبیر چنین سیستم و پیاده کردن آن بسیار پیچیده و پرهزینه است.

### ت. دیگر انرژی های نو یا تجدید پذیر

از دیگر انرژی های نو یا تجدید پذیر می توان هیدروژن و فیول سل یا پیل سوختی را نام برد که هر کدام از لحاظ اقتصادی و پتانسیل تامین انرژی مورد نیاز با مشکلاتی مواجه می باشند.



## فصل چهارم

### هزینه تولید انرژی از منابع مختلف و تاثیر آنها در روند مصرف در سطح بین المللی

#### ۴-۱ هزینه تولید انرژی از منابع مختلف

##### الف. نفت خام

نفت خام از منابع متعدد و مختلف شامل سنتی (Conventional)، سنگین، قیر آغشته در لایه های شنی (Oil Sand) و قیر آغشته در لایه های رستی (Oil Shale) تولید شده و هزینه تولید نه تنها برای نوع نفت بلکه در مناطق مختلف متفاوت است.

هزینه تولید در کشورهای خاورمیانه شامل امیر نشین های متحده عربی، عربستان سعودی، ایران، عراق و همچنین بسیاری از کشورهای تولید کننده دیگر نفت که بیش از ۵۰ درصد نفت تولیدی جهان است بین ۱/۵ تا ۷ دلار هر بشکه می باشد. نفت تولید در دریای شمال (انگلستان و نروژ) حدود ۱۰ دلار هر بشکه و گرانترین نفت تولیدی از لایه های رستی (OIL SAND) در کانادا که کمتر از ۳ درصد کل تولید جهان است حدود ۲۷ دلار هر بشکه است. در حال حاضر از قیرهای آغشته در لایه های رستی (OIL SHALE) تولید به صورت تجاری اقتصادی نمی باشد. گفتنی است که در مورد تولید نفت از Oil shale و کاهش هزینه تحقیقات انجام می گیرد ولی هم‌نطور که اشاره شد هنوز به سطح تولید تجاری نرسیده است.

لازم به توضیح است که نفت خام معمولاً به عنوان حامل انرژی به مصرف نمی رسد و پس از فرآورش در پالایشگاه به صورت فرآورده های گاز مایع، بنزین، موتور، نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره عرضه می شود. هزینه پالایش نفت خام به این فرآورده به طور متوسط بالغ به ۱۰ دلار هر بشکه است. بدیهی است این هزینه به طور یکنواخت به کلیه فرآورده مزبور سرشکن نمی شود چون قیمت نفت کوره از نفت خام پائین تر است و این تفاوت برحسب تولید فرآورده های پالایشگاه، مقدار آنها و تقاضای بازار برای آنها به قیمت دیگر فرآورده ها اضافه می شود.

##### ب. هزینه تولید گاز

گازهای هیدروکربوری معمولاً از دو منبع: گازهای تولیدی با نفت خام (گاز همراه) و گازهای تولیدی از میدانهای گازی (گاز مستقل) حاصل می شود.

کلیه گازهای همراه و اکثر گازهای مستقل علاوه بر متان (که به عنوان گاز طبیعی به بازار عرضه می شود) دارای ترکیبات دیگر از قبیل اتان، پروپان، بوتان و هیدروکربورهای سنگین تر می باشد که در یک پالایشگاه گاز با ظرفیت متعارف فرآورش و برای مصرف عرضه می شوند.





هزینه تولید گاز از میدانهای مستقل در ایران در سطح جهان، مانند نفت خام متفاوت است ولی براساس ارزش حرارتی بسیار کمتر از نفت خام است. هزینه های پالایشگاه گاز برای فرآورش گاز طبیعی و دیگر ترکیبات از پالایشگاه نفت نیز کمتر است. به طور تقریب این هزینه ها را (تولید و فرآورش) می توان حدود یک سوم تولید نفت و فرآورده های مشتق از آن براساس ارزش حرارتی برابر دانست. لازم به توضیح است که هزینه حمل و نقل گاز طبیعی حدود ۷ برابر و دیگر ترکیبات حدود ۳ برابر نفت خام و فرآورده های مشتق از آن می باشد.

### ج. زغال سنگ

هزینه تولید زغال سنگ، همانند نفت خام، در نقاط مختلف جهان متفاوت است. عوامل موثر در هزینه تمام شده تولید، شامل نوع زغال سنگ وضعیت معدن، تکنولوژی مورد استفاده، فاصله محل معدن تا محل مصرف و همچنین دستمزد می باشد. هزینه تولید زغال سنگ بین ۱۶ تا ۳۰ دلار هر تن ذکر شده است.

### د. انرژی های نو یا پایان ناپذیر

مهمترین نوع انرژی های نو یا پایان ناپذیر انرژی خورشیدی و انرژی باد می باشد در سه دهه گذشته پیشرفت های قابل توجه در تکنولوژی به کار گرفته در مورد این دو نوع انرژی به ویژه انرژی خورشیدی انجام گرفته و هزینه تولید را کاهش داده است. مهم ترین نکات منفی در مورد این دو نوع انرژی سرمایه گذاری بالا، محدودیت ظرفیت و عدم تداوم و تناوب آنها به ویژه در مورد انرژی خورشیدی است. قیمت برق تولیدی از این دو نوع انرژی در نتیجه نکات ضعف مزبور بالاتر از برق تولیدی از انرژی های فسیلی می باشد و بدون سوبسید توجیه اقتصادی ندارد.

## ۲-۴ روند مصرف منابع مختلف انرژی

عوامل موثر در روند مصرف انرژی و نوع فرآورده های مشتق از منابع انرژی به عنوان سوخت شامل قیمت، نیاز، تکنولوژی و از همه مهمتر اقتصاد و سطح زندگی مردم دارد. همانطور که قبلاً اشاره شد در دهه ۱۹۷۰ که قیمت انرژی به بیش از ۴ برابر افزایش یافت، بازنگری پایه ای و توسعه تکنولوژی در مورد کلیه وسائل انرژی بر انجام گرفت. قبل از این تحول در کشورهای صنعتی پیشرفته افزایش یک درصد تولید ناخالص ملی مترادف با افزایش یک درصد انرژی بود ولی در دهه های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مصرف انرژی به طور تقریب برای کار مشابه به حدود نصف کاهش داشته و یا راندمان به حدود ۲ برابر افزایش یافت. به عبارت دیگر افزایش مصرف حدود نیم درصد انرژی همراه با افزایش یک درصد تولید ناخالص ملی گردید. گفتنی است که این نسبت (افزایش تولید ناخالص ملی به افزایش انرژی) هم اکنون در بسیاری از کشورهای صنعتی و پیشرفته نزدیک ۳ است.



با توجه به این تحول در بهبود تکنولوژی نیاز نسبی به انرژی در نیمه دوم دهه ۷۰ و دهه ۸۰ کاهش یافت و در نتیجه اکثر پالایشگاههای جهان به ویژه در کشورهای صنعتی پیشرفته در ظرفیت پائین تر از ظرفیت اسمی خود کار می کردند.





## فصل پنجم

### منابع مختلف انرژی در ایران، هزینه های تولید و عرضه هر یک

کلیه انرژی هائیکه در فصل سوم به آنها اشاره شد در ایران وجود دارند ولی از نقطه نظر ذخیره، کیفیت، امکان دسترسی، تولید، بهره برداری و توزیع، هزینه تولید، درآمد ملی در صورت صدور کاملاً متفاوت می باشند. بنابراین بهینه سازی تولید، مصرف و حتی صدور منابع مختلف انرژی کشور بسیار حائز اهمیت است. این بهینه سازی که نتیجه مطالعه و بررسی در تمام جهات مورد اشاره می باشد باید برای مقاطع زمانی کوتاه، میان و دراز مدت انجام گیرد.

مطالعات مقدماتی نشان می دهد که گاز طبیعی برای پاسخگوئی و تامین انرژی کشور در دهه های آتی، انرژی برتر می باشد. هزینه تولید و عرضه گاز طبیعی در کشور کمتر از یک سوم فرآورده های میان تقطیر (نفت سفید و نفت گاز) مشتق از نفت خام می باشد. گاز طبیعی می تواند جایگزین فرآورده هائیکه به منظور گرمایشی مصرف می شوند (مانند نفت سفید و نفت کوره و نیمی از نفت گاز) بشوند. جایگزینی بنزین موتور و یا نفت گاز که در وسائل نقلیه پیستونی مصرف می شوند با گاز طبیعی احتمالاً به مطالعه و بررسی های بیشتری نیاز دارد ولی جایگزین بنزین موتور با گاز مایع در اتومبیل های مجهز به موتورهای داخلی جرقه ای حاوی مزایای آشکار بوده و باید توسعه یابد.



## فصل ششم

### کارایی و شدت انرژی مصرفی در کشور و در سطح جهان و مقایسه آنها - الگوی مصرف انرژی در جهان

کارایی مصرف انرژی با شاخص های مختلف سنجیده می شود. مهمترین این شاخص ها شدت انرژی است که تعریف ساده آن تولید و یا ارزش افزوده مبلغ معینی در مقابل مصرف انرژی برای آن تولید یا ارزش افزوده است. شاخص های دیگر مصرف انرژی در مقابل تولید ناخالص ملی، مصرف سرانه انرژی و ده ها شاخص دیگر به ویژه مصرف انرژی در بخش های مختلف صنعت، وسائل خانگی، تجاری، کشاورزی و غیره است.

یک نمونه ساده مصرف انرژی در پالایشگاه های نفت است که در دهه ۱۹۵۰ نزدیک ده درصد ظرفیت پالایشگاه با متعارف بود. به عبارت دیگر مصرف انرژی در یک پالایشگاه نفت با ظرفیت ۱۰۰ هزار بشکه در روز نزدیک ده هزار بشکه بود ولی اکنون به حدود ۲ هزار بشکه و کمتر رسیده است.

مطالعات و بررسی ها تحت این فصل بسیار وسیع بوده و مصرف انرژی ۳/۴ میلیون بشکه در روز معادل نفت در کشور را در کلیه بخش ها (صنعت، خانگی، کشاورزی، خانگی/تجاری) و زیر بخش های آن پوشش می دهد. این مصارف انرژی با مصرف انرژی در بخش های مشابه در سطح جهان برای کشورهای صنعتی، صنعتی پیشرفته، غیر صنعتی، در حال رشد و غیره مقایسه و مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

نتیجه مطالعات، بررسی ها، محاسبات و غیره در این فصل دستیابی به روش های معقول و منطقی برای ارائه پیشنهاد و برنامه ریزی مهار و کنترل مصرف انرژی در کوتاه، میان و دراز مدت می باشد.





## فصل هفتم

### تجزیه و تحلیل قیمت عرصه انرژی های مختلف در سطح جهان و مقایسه آنها به ویژه در ایران

انواع انرژی برای تامین نیاز و ذخائر بالقوه آنها در فصل سوم شرح داده شد. مشکلات تولید و عرضه این نوع انرژیها بستگی به عوامل مختلف و متعدد از قبیل ذخائر قابل دسترسی، هزینه های تولید و عرضه به بازار مصرف، مقبولیت نوع انرژی برای مصرف، تداوم تولید و امکان استفاده و قیمت تحویل به مصرف کننده دارد. سه عامل دیگر که در سرمایه گذاری برای تولید و مصرف نوع انرژی موثر می باشند عبارتند از:

- اثر نوع انرژی در آلودگی هوا و حفظ محیط زیست

- کمک و یا سوبسید دولت برای تولید و عرضه

- عوارض و مالیات دولت روی نوع و حامل انرژی

در این فصل کلیه مطالب مزبور برای ایران و کشورهای جهان مورد مطالعه، بررسی، تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج با وضع موجود ایران از لحاظ فنی / اقتصادی / اجتماعی و غیره مقایسه خواهد شد.



## فصل هشتم

### تجزیه و تحلیل علل نابرابری الگوی مصرف انرژی در کشور با الگوی مصرف انرژی در سایر کشورها

نتیجه مطالعات در فصل هفتم و براساس نتایج به دست آمده در آن فصل علل نابرابری الگوی مصرف انرژی در کشور با الگوی مصرف انرژی در سایر کشورها روشن می شود. و در اینجا فقط اشارات مختصر به شرح زیر به آن می شود.

قیمت انرژی در کشور در مقایسه با قیمت انرژی در سایر کشورها، به ویژه کشورهای پیشرفته صنعتی، ناچیز بوده و تجربه چندین دهه گذشته نشان می دهد که تعدیل آن به سطح بین المللی با توجه به تبعات آن اگر غیر ممکن نباشد بسیار دشوار است. از طرفی ارزش و قیمت واقعی ۶ حامل انرژی در کشور و درآمد ملی حاصله از صدور آنها یکسان نیست بنابراین باید سعی کرد تا حد امکان از حامل های انرژی که ارزش صادراتی آنها کمتر و در نتیجه درآمد کمتری از صدور آنها حاصل می شود استفاده نمود. به طور مثال قیمت گاز طبیعی برای مصرف کننده در کشور به طور تقریب و متوسط در سطح قیمت نفت خام ۳۵ دلار هر بشکه حدود ۲ دلار هر میلیون بی تی یو (معادل ۷ سنت یا ۶۵۰ ریال هر متر مکعب) بوده در صورتیکه قیمت واقعی دیگر حامل های انرژی (بازهم در سطح قیمت نفت خام ۳۵ دلار هر بشکه) به طور متوسط حدود ۱۰ دلار هر میلیون بی تی یو (معادل ۲۴ سنت یا ۳۲۰۰ ریال هر لیتر) می باشد.

قیمت واقعی گاز مایع (عمدتاً محصول پالایشگاههای گاز و به مقدار کمتر محصول پالایشگاههای نفت) در مقایسه با بقیه فرآورده های مشتق از نفت خام براساس ارزش حرارتی برابر کمتر است زیرا اجزاء گاز مایع یعنی پروپان و بوتان برای صدور بایستی به ترتیب به ۴۰- و ۵- درجه سانتیگراد سرد شود. هزینه های سرمایه گذاری و عملیاتی سرد کردن و سرد نگهداشتن گاز مایع که برای صدور لازم است بالا بوده در صورتیکه برای مصرف داخلی لزوم به سرد کردن آن نمی باشد.

بنابراین تا حد امکان انرژی مورد نیاز کشور باید به ترتیب اولویت از گاز طبیعی، گاز مایع و در صورت لزوم از فرآورده های مشتق از نفت خام تامین شود.

گاز طبیعی می تواند جایگزین کلیه سوخت هائیکه برای تامین انرژی گرمائی مصرف می شود مانند نفت سفید و نفت کوره و بخش مهمی از نفت گاز بشود. گاز طبیعی همچنین می تواند جایگزین نفت گاز در وسائل نقلیه سنگین و در شرایطی جایگزین بنزین موتور در وسائل نقلیه سبک بشود و گاز مایع تا حد زیادی می تواند جایگزین بنزین موتور گردد.

حال با مرور اجمالی به مطالب بالا توجیه ساخت پالایشگاه جدید در کشور برای تامین انرژی از لحاظ اقتصادی نیاز به مطالعات و ارزیابی دقیق دارد.

ساخت پالایشگاه به منظور صدور فرآورده های آن مطلب و موضوع دیگری است که در زیر به آن اشاره می شود.





## فصل نهم

بررسی تمهیدات در سایر کشورها با سطوح درآمدهای مختلف (توسعه نیافته، در حال توسعه، توسعه یافته و پیشرفته) برای مهار و کنترل مصرف انرژی و تجزیه و تحلیل موفقیت و شکست این تمهیدات و عوامل مرتبط

خدمات این فصل از مطالعات پروژه "اصلاح الگوی مصرف انرژی در کشور" با توجه به نتایج مطالعات در تعدادی از فصول قبلی به ویژه فصل نهم خواهد بود.

با توجه به نتایج به دست آمده در این فصل از خدمات، الگوهای مختلف مورد بحث و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و تبعات هر الگو در مورد ایران بررسی خواهد شد.

## فصل دهم

### مطالعه و بررسی مراکز مطالعه و تصمیم گیری تولید، مصرف و بهینه سازی مصرف انرژی در کشور، و دست آورد آنها در مقطع زمانی ده ساله

مقوله انرژی به طور کلی در هر کشور در مقطع زمانی طولانی (بیش از ۵۰ سال) باید مورد مطالعه، بررسی و پیش بینی قرار گیرد و براساس یافته ها استراتژی برای منابع و مصارف تعیین نمود. این استراتژی باید در مقاطع زمانی کمتر از ۵ سال مورد بررسی مجدد و تجدید نظر قرار گیرد.

هم اکنون در کشور مراکز متعدد در سازمانهای دولتی و یا وابسته به دولت برای مطالعه و بهینه سازی مصرف انرژی وجود دارد و تصمیمات و پیشنهادهای آنها اجرا می شود. در برخی مواقع نتیجه گیری مطالعات این مراکز که هر یک خود را تنها متولی بهینه سازی مصرف انرژی می داند، همسو و همخوان نمی باشد. در اثر مراکز متعدد تصمیم گیری با تاسف وارث وضع کنونی در کشور می باشیم.

در این فصل کلیه این مراکز مطالعات انرژی در کشور از نقطه نظر سازمان، نیروی انسانی، بودجه، اقدامات و یافته ها مورد بررسی قرار گرفته و سپس پیشنهادی برای یک هسته و نهاد موثر برای تعیین سیاست و خط مشی و برنامه ریزی تولید، مصرف و بهینه سازی پیشنهاد خواهد شد.





## فصل یازدهم

نتیجه گیری یافته ها در فصول قبلی و ارائه پیشنهاد در جهت بهبود الگوی مصرف انرژی در کشور و اثرات و تبعات اقتصادی/فنی/اجتماعی آنها